

For.Mar: um projecto de desenvolvimento do raciocínio espacial através da cooperação

For.Mar: a project of spatial reasoning development through cooperation

JOSÉ PEDRO TRINDADE* & SARA BAHIA**

Artigo completo submetido a 1 de Junho e aprovado a 9 de junho de 2014.

*José Pedro Trindade, Portugal. Professor, designer.

AFILIAÇÃO: Colégio Pedro Arrupe, Passeio dos Heróis do Mar, n° 100, Parque das Nações, 1990-529 Lisboa, Portugal.
E-mail: jose.pedro.trindade@hotmail.com

**Sara Bahia, Portugal. Professora, Faculdade de Psicologia, Unidade de Investigação do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa. Alameda da Universidade | 1649-013 Lisboa.

AFILIAÇÃO: Universidade de Lisboa, Faculdade de Psicologia, Unidade de Investigação do Instituto de Educação. Alameda da Universidade, 1649-013 Lisboa, Portugal. E-mail: sarabahias@gmail.com

Resumo: Com base na metodologia da aprendizagem cooperativa procurou-se desenvolver a capacidade de visualização e a criatividade de um grupo de 32 alunos do 3º ciclo de uma escola privada do Distrito de Lisboa. Para a realização da atividade era necessário a integração de conteúdos da Educação Visual e da Matemática. Os resultados mostraram melhorias em termos de formação de conceitos, visualização e comunicação de ideias.
Palavras chave: aprendizagem cooperativa / abstração / criatividade / visualização.

Abstract: Based on a Cooperative learning methodology For.Mar (Formsea) sought to develop visualization and creativity of a group of 32 students from the 3rd cycle of a private school of the District of Lisbon. The accomplishment of activity required the integration of contents from Visual Education and Mathematics. The results showed improvements in terms of concepts formation, visualization and communication of ideas.
Keywords: cooperative learning / abstraction / creativity / visualization.

1. Introdução

A atividade artística que se apresenta teve como objectivo promover competências de visualização e de criatividade num grupo de alunos adolescentes através de uma estratégia de aprendizagem cooperativa. A investigação mais recente no domínio da educação tem demonstrado que o desenvolvimento de competências dos alunos e da sua motivação dependem: a) do reconhecimento de que o processo de aprendizagem é mais importante do que os resultados da aprendizagem; b) das expectativas dos professores de que todos os alunos podem aprender; c) do controlo e poder de decisão que os alunos têm sobre a sua aprendizagem; d) do apoio que professores e colegas dão na sala de aula; e) das oportunidades para a cooperação; f) da pouca divulgação das classificações do desempenho dos alunos; e g) do interesse que o conteúdo curricular suscita ao desafiar e promover competências cognitivas elaboradas (Wigfield, Tonks, & Klauda, 2009). As experiências educativas que consideram estes factores surtem impacto no desenvolvimento de competências cognitivas e socio-emocionais necessárias à vida adulta dos alunos. Morrel (2012) considera que a literacia crítica e a interpretação de imagens são duas importantes competências da sociedade atual.

2. Fundamentação teórica

As imagens são esquemas que permitem assimilar uma ampla variedade de percepções, acções e ideias (Gruber, 1981). A sua compreensão, descodificação e assimilação permite apreender, reconstruir e conhecer o mundo (e.g. Löwgren & Stolterman, 2005) e possibilita a criação de novas ideias com base na combinação de concepções anteriormente não relacionadas (Cornelius & Casler, 1991). Podem ser estáticas ou de transformação (e.g. Piaget & Inhelder, 1966) e reprodutivas ou antecipatórias de acordo como o que foi observado ou imaginado (e.g. Bovet & Voelin, 2007). Deste modo, a manipulação de imagens conduz à visualização e à abstração. A visualização é definida como o processo de representação da informação com o objetivo de reconhecer, interpretar e comunicar padrões e estruturas (Buttenfield & Mackaness, 1992). A abstracção consiste na representação mental de objectos ou acontecimentos que não possuem uma realidade concreta (Mercer, 2002). À capacidade especializada responsável pelo uso de imagens e relações visuais na resolução de problemas, na compreensão matemática e na velocidade de processamento denomina-se raciocínio visual (e.g. Carroll, 1993). A sua utilização permite fazer inferências, imaginar, completar informação que não se vê, ouve, lê a partir de padrões já conhecidos ou novos com base na informação fornecida pelos sentidos (Primi,

2002), atribuir significado ao que vemos, ouvimos, lemos ou sentimos e construir produtos criativos (Eisner, 2002). Nesta acepção, a criatividade é a capacidade para produzir, fazer ou tornar algo em qualquer coisa nova e válida, tanto para si, como para os outros (Pope, 2005). Constitui-se como um construto multidimensional que resulta da confluência da flexibilidade, originalidade, elaboração e fluência (e.g. Torrance, 1988). Para Kerr e McKay (2013) as pessoas criativas apresentam um alto desempenho nas áreas das artes e tecnologias bem como uma capacidade interpessoal elevada.

A aprendizagem cooperativa consiste na implementação de estratégias e práticas com base na interdependência de um grupo em torno de um objetivo comum e na responsabilização individual pelo contributo para o grupo, com o intuito de promover a partilha de ideias, o pensamento crítico e o desenvolvimento de competências sociais (Slavin, 2013). Implica divisão do trabalho em sub-tarefas e resolução de sub-tarefas separadas para posterior união dos resultados parciais num trabalho final (Dillenbourg, 1999). O trabalho de cooperação envolve, assim, a necessidade de solucionar conflitos e coordenar pontos de vista e respostas; construir significados e múltiplas representações; experimentar; dar e receber explicações; integrar num todo complexo, e, também, a internalização de processos inter-sociais; transformação e apropriação; assimilação socialmente orientada e coordenada; mediação interpessoal e construção de um significado partilhado de conversas, conceitos e experiências (e.g. Phillips, 1995; Webb & Palincsar, 1996). Promove níveis elevados de compreensão bem como a explicação e justificação de ideias com base na interação com os outros (Patrick, Bangel, Jeon & Townsend, 2005). Implica a estruturação e organização da informação, a consciência do que se sabe e de como se sabe, a consciência dos outros (Dilenbourg, 1999), a necessidade de encorajar o acesso a materiais diferentes, assegurando responsabilidades adequadas e espaço para o trabalho autónomo (e.g. Robinson, 2003; Slavin, 1990).

3. Método

Com o objectivo de promover competências de visualização e de criatividade num grupo de alunos adolescentes procurou-se projetar uma atividade no âmbito da educação artística tendo como base a aprendizagem cooperativa. A formulação da atividade teve em conta os princípios de motivação apresentados por Wigfield, Tonks, & Klauda (2009): um forte investimento no processo e não tanto no produto, na avaliação do desempenho dos participantes, expectativas elevadas por parte do dinamizador da atividade, incentivo ao poder de decisão e à capacidade de controlo dos alunos, apoio do dinamizador e participantes,

oportunidade de cooperação e resolução de um problema desafiante que exigia o uso de competências cognitivas elaboradas.

Participantes

Participaram no estudo 48 alunos do 3º ciclo de uma escola privada do Distrito de Lisboa. Os alunos foram seleccionados por terem um desempenho excelente (classificação 5 valores) nas disciplinas de Educação Visual e de Matemática na medida em que o objeto de estudo se centra no desenvolvimento do raciocínio visual, ou seja, na capacidade de manipular de imagens e relações visuais, na compreensão matemática e na velocidade de processamento (e. g. Carroll, 1993) bem como na criatividade que segunda Kerr e McKay (2013) resulta da confluência das artes com as ciências. Os alunos foram divididos aleatoriamente em dois grupos: o experimental com 32 alunos e o controlo com 16 alunos. O Grupo Controlo realizou o pré e o pós-teste no mesmo horário que o Grupo Experimental e fez visitas a museus durante essa semana. O Grupo Experimental realizou uma atividade que visou a promoção de competências de visualização, de abstração e de criatividade através de uma estratégia de aprendizagem cooperativa.

Procedimento

A atividade que o Grupo Experimental realizou decorreu durante 30 horas ao longo de uma semana dedicada ao desenvolvimento de projetos, "Semana do Mar", de uma escola privada do Distrito de Lisboa. Na proposta "For.Mar: uma perspectiva espaço-temporal do mar como um "Bem Comum" procurou-se que os participantes construíssem, desconstruíssem, reconstruíssem e combinassem imagens estáticas e de transformação, reprodutivas e transformatórias com base numa variedade de percepções, acções e ideias (e.g. Gruber, 1981; Löwgren & Stolterman, 2005) através de uma divisão de trabalho em que cada um tinha de resolver individualmente e em conjunto sub-tarefas com o objetivo de unir num só todo os resultados parciais (Dillenbourg, 1999). As tarefas implicavam visualização, ou seja, a representação da informação, o reconhecimento de padrões e estruturas (Buttenfield & Mackaness, 1992) e a abstração através da representação mental de objectos imaginados e antecipação das suas transformações (e.g. Piaget & Inhelder, 1966).

O enunciado explicitava que os participantes tinham de formar uma construção 3D e outra 2D para representar três ideias: (1) o Mar como um "Bem Comum"; (2) a evolução do ser humano, e (3) o equilíbrio. Foi explicado que teriam de proceder à decomposição de um cubo em prismas tendo sido espe-

cificado que cada grupo de 4 participantes ficaria responsável por um oitavo do cubo. Cada construção teria que ter estabilidade e resistir ao vento. Cada grupo recebeu como materiais, uma placa de polipropileno alveolar de 3mm, abraçadeiras para ligar as faces dos prismas, fita métrica, marcador preto, furador, berbequim, x-acto, cartão para proteção do corte, lápis, marcadores de feltro de cor e, ainda, folhas A3 quadriculadas e isométricas para representar a planificação das construções e calcular o melhor aproveitamento da placa com base em competências de cálculo matemático e antecipação espacial. Os participantes tiveram de registar fotograficamente todas as fases do processo para realizar um vídeo com a duração de 3 minutos e por esta razão também utilizaram uma máquina fotográfica. Ao longo da atividade os participantes deveriam de fazer inferências, imaginar, completar informação a partir de padrões (Primi, 2002), atribuir significado ao que iam desenvolvendo e construir produtos criativos (Eisner, 2002). De forma a valorizar as produções de cada grupo o professor convidou uma investigadora e um arquiteto especializado na construção de espaços e produtos que utilizam os conhecimentos aprendidos nas unidades de trabalho do módulo, padrão e estrutura modular. A formação dos grupos teve em consideração as características dos alunos ao nível da autonomia, ritmo de trabalho, cálculo matemático e raciocínio espacial, combinando alunos dos 3 anos do 3º ciclo.

Na fase inicial do projeto os grupos demonstraram dificuldades na antecipação das soluções mas de imediato reagiram e encontraram estratégias que tinham sido experimentadas durante o início do ano letivo na disciplina de Educação Visual. Um dos grupos depois de ter achado as medidas do quarto do cubo, 60cm, tendo apenas uma solução das três soluções pedidas no desafio, tomou a iniciativa de começar a construir os prismas. O aparecimento dos primeiros poliedros desencadeou uma reação em cadeia, promovendo o aparecimento de várias ideias e as suas possíveis combinações. A manipulação e combinação dos sólidos geométricos conduziram o trabalho dos restantes grupos. As competências de visualização promoveram a organização das tarefas e o encontro de estratégias para superar obstáculos. Naturalmente cada grupo planificou as tarefas de acordo com a vontade de cada um dos elementos do grupo (Figura 1, Figura 2). Todos os grupos completaram o espaço cúbico com os prismas projetados e formaram os três conceitos. No último dia, na hora de maior afluência de alunos e professores ao refeitório, o professor desafiou todo o grupo a formar uma composição com todos os poliedros e como resultado deste desafio os alunos deram origem a uma mão, a mão que permitiu a evolução da espécie humana, a mão que cuida do equilíbrio do ser

humano e dos seus recursos naturais porque a terra e o mar são o Bem Comum do ser humano.

Avaliação da eficácia

A eficácia da atividade foi avaliada através de dois testes e um questionário de papel e lápis e de uma entrevista. O teste de raciocínio espacial era, à semelhança da investigação sobre a temática (e.g. Borella, Meneghetti, Ronconi, & De Beni, 2014), constituído por itens de testes de raciocínio visual, visualização espacial e rotação mental. Os 17 itens foram utilizados em estudos anteriores (e.g. Revez, Mamede, Lopes & Bahia, 2004). O teste de criatividade aplicado foi o Teste 3 da bateria de Testes de Pensamento Criativo de Torrance com 30 itens para preencher em 10 minutos. As respostas foram avaliadas com base nos critérios de fluência, flexibilidade, originalidade e elaboração com uma consistência inter-juízes de 95%. O questionário visava conhecer a opinião dos alunos sobre o processo e sobre a atividade proposta, os pontos fortes e fracos, incidindo sobre aspetos motivacionais e emocionais e procurava conhecer a sua perceção sobre o que atividade desenvolveu e os conhecimentos que implicava. As entrevistas foram realizadas no último dia da semana aos alunos de cada um dos grupos de trabalho por um observador externo. Procuraram conhecer as opiniões dos alunos sobre a estratégia de aprendizagem utilizada e a perceção do que os alunos tinham desenvolvido ao longo da semana.

4. Resultados

Foram comparados os resultados do Teste de Raciocínio Espacial e Teste de Criatividade entre o pré e o pós-teste em ambos os grupos. Verificaram-se diferenças significativas no desempenho dos participantes do grupo experimental e não no grupo de controlo entre o início e o final da intervenção ($F(1) = 20,11, p < 0,001$), como se pode verificar na Figura 3.

Relativamente à criatividade, os resultados no TTCT do grupo experimental mostram diferenças significativas no pós-teste ($F(1) = 10,80, p < 0,01$) devido à melhoria na dimensão da Fluência ($F(1) = 3,85, p < 0,069$).

Como produto final para exposição no exterior do colégio, os grupos resolveram expor a mão gigante como resultado do envolvimento de todos. A mão, construída com base nos paralelepípedos de cada grupo e que revela elevada criatividade em termos de fluência de ideias e sua adequação, flexibilidade e originalidade.

No que concerne os questionários os alunos quantificaram de forma clara a sua apreciação pela atividade com uma nota de 4.7 em 5. Uma das mais valias referidas foi precisamente a oportunidade de trabalhar em grupo, embora



Figuras 1 e 2 · Processo de cooperação durante a atividade

3 dos participantes tivessem manifestado desagrado trabalharem com alguns colegas. O crescimento pessoal quer em termos de aplicação de conhecimentos e de raciocínio quer em termos de interação com os colegas foi a descrita por todos os participantes. Todos os alunos relataram que um dos aspetos inovadores da atividade foi a oportunidade de trabalhar com um berbequim. A importância dos conhecimentos das disciplinas de Educação Visual e de Matemática foram referidos por todos, sem exceção, como sendo necessários para a realização da atividade. Outros explicitaram que a atividade permitiu aplicar conhecimentos de Língua Portuguesa, de Formação Humana e de História. A maioria mencionou que teve inicialmente dificuldade em visualizar a tarefa e as subtarefas.

As entrevistas revelaram o entusiasmo dos participantes pela atividade. Os aspetos relatados por cada grupo foram o desafio da proposta e a mobilização de diferentes áreas do conhecimento: "Tivemos de utilizar todos os conhecimentos que aprendemos até hoje". Um outro aspeto mencionado relaciona-se à obrigatoriedade de um trabalho cooperativo para resolver o problema inicial: "Foi a primeira vez que trabalhamos verdadeiramente em conjunto". Nas entrevistas todos referiram ainda o papel do professor dinamizador explicando: "O professor interveio muito pouco no que o nosso grupo fez. Estava sempre a vigiar e assim que percebia que não estávamos a conseguir superar um obstáculo, aproximava-se, procurava encontrar a origem do problema, conversava connosco e unia de imediato o grupo de forma a encontrar as estratégias mais adequadas."

Da observação do dinamizador, de um professor co-adjuvante e dos outros observadores externos que acompanharam o processo de forma pontual foi possível verificar que ao longo da semana os participantes debateram calorosamente ideias entre si e que alguns se dispersaram e não cumpriam a tarefa que tinham acordado. No único grupo em que não houve qualquer conflito os vários elementos não conseguiram encontrar um compromisso e atrasaram a realização das tarefas. Da observação foi também possível verificar a dificuldade inicial de antecipação dos produtos finais da tarefa bem como a dificuldade em utilizar na prática as competências de matemática que os alunos possuíam, em particular, no cálculo final do cubo.

5. Discussão

Os resultados mostraram que o grupo experimental apresentou melhorias significativas no Grupo Experimental no pós-teste. A atividade proposta ao longo de 30 horas concentradas numa semana parece ter melhorado significativamente o raciocínio espacial, visualização espacial e rotação mental. Em termos de criatividade a capacidade de gerar mais respostas foi a dimensão

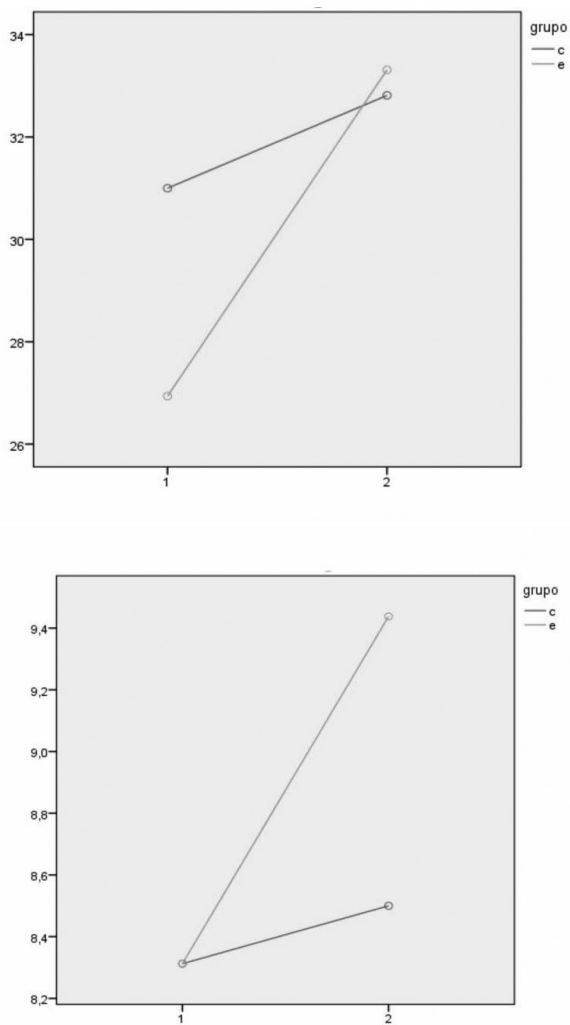


Figura 3 · Média Marginal Estimada dos Grupos Experimental e Controlo no pré e pós-teste no Teste de Raciocínio Espacial

Figura 4 · Média Marginal Estimada dos Grupos Experimental e Controlo no pré e pós-teste no Teste de Criatividade



Figura 5 - Produto final conjunto

que melhorou significativamente após a atividade, reforçando a relação entre competências visuais, matemáticas e criativas (e.g., Kerr & McKay, 2013).

As respostas aos questionários revelam que os alunos percecionaram a tarefa como determinante para o desenvolvimento de competências cognitivas e emocionais e a consciência que os alunos têm da complementaridade dos conhecimentos que vão adquirindo nas várias disciplinas. Pelas entrevistas foi possível compreender o papel que o dinamizador da aprendizagem cooperativa desempenhou no desenvolvimento de projectivos conjuntos. Neste caso o professor esteve constantemente atento às dinâmicas e ao modo como os alunos iam desenvolvendo as várias fases do trabalho. Procurou criar situações que envolvessem todos. Só assim foi possível conhecer o momento limite no qual o grupo precisava de ser desbloqueado. Esses momentos ocorreram mais frequentemente por pequenos conflitos no desempenho dos papéis delineados e o professor interveio de forma a reforçar emocionalmente os elementos do grupo. O professor também resolveu problemas que incidiam nas ideias que

estavam a ser avançadas, identificando o problema e dividindo-o de forma a viabilizar a sua resolução e evitar que o grupo entrasse em conflito (e.g. Webb & Palincsar, 1996). Na mesma lógica, orientou o tempo e relembrou com frequência as competências de aprendizagem cooperativa, nomeadamente a importância da responsabilização individual e compromisso para com o grupo (e.g. Slavin, 2013).

6. Síntese conclusiva

A atividade proposta mostrou ser uma mais valia em termos de desenvolvimento de competências cognitivas e sociais, aliando como apontam Kerr e McKay (2013) competências de visualização, de criatividade e de interação social. Revelou como é importante proporcionar oportunidades para conjugar conhecimentos interdisciplinares, encorajar o acesso a materiais diferentes, encontrar compromissos comuns e responsabilizar os alunos pelas suas aprendizagens individuais e conjuntas. Como referem Wigfield, Tonks, & Klauda (2009) o processo parece ser mais importante que os resultados para que a aprendizagem seja motivadora, envolvente e autónoma. O clima relacional da sala de aula em que professores e alunos se apoiam suscita o verdadeiro desafio que leva ao tão almejado desenvolvimento de competências pessoais e sociais.

Referências

- Borella, E., Meneghetti, C., Ronconi, L., & De Beni, R. (2014). Spatial abilities across the adult life span. *Developmental Psychology*, 50(2), 384-392.
- Bovet, M. & Voelin, D. (2007). O papel da imagem mental no raciocínio operativo: auxiliar ou estruturante? *Educar, Curitiba*, 30, 107-130, 2007
- Buttenfield B. & Mackaness, W. (1991). Visualisation. In D. J. Maguire, M. F. Goodchild and D. W. Rhind (eds), *GIS: Principles and Application*. Vol. 1 London, Longman: pp. 427-443.
- Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies*. New York, NY: Press Syndicate of the University of Cambridge.
- Cornelius, G. & Casler, J. (1991). Enhancing creativity in young children: Strategies for teaching. *Curriculum and Teaching*, 6 (2) 67-72
- Dillenbourg P. (1999) What do you mean by collaborative learning?. In P. Dillenbourg (Ed). *Collaborative-learning: Cognitive and Computational Approaches*. (pp.1-19). Oxford: Elsevier.
- Eisner, E. (2002). *The arts and the creation of mind*. New Haven, CT: Yale University Press.
- Gruber, H. (1981). *Darwin on man*. Chicago: University of Chicago Press.
- Hetland, L. & Winner, E. (2008). Studio Thinking. In V. Lindberg & K. Borg (Eds.) *Kunskapande, kommunikation och bedömning i gestaltande utbildning* (pp. 47-57). Stockholms Universitets Förlag.
- Kerr, B. & McKay, R. (2013). Searching for Tomorrow's Innovators: Profiling Creative Adolescents. *Creativity Research Journal*, 25(1), 21-32.
- Löwgren, J. & Stolterman, E. (2005). *Thoughtful interaction design: a design perspective on information technology*. Mass.: The MIT Press.

- Mercer, J. (2002). The Cognitive Development and Academic Achievement. In W. C. Lubenow (Ed.). *The Review for the Study of College Teaching*. Vol. 1. (1-14). New
- Morrell, E. (2012). 21st-century literacies, critical media pedagogies, and language arts. *The Reading Teacher*, 66(4), 300-302.
- Patrick, H., Bangel, N. J., Jeon, K., & Townsend, M. R. (2005). Reconsidering the Issue of Cooperative Learning With Gifted Students. *Journal for the Education of the Gifted*, 29 (1) 90–108.
- Piaget, J. & Inhelder, B. (1966). *L'Image Mentale chez L'Enfant*. Paris: PUF,
- Pope, R. (2005). *Creativity: Theory, History, Practice*. London: Routledge.
- Primi, R. (2002). Complexity of geometric inductive reasoning tasks: Contribution to the understanding of fluid intelligence. *Intelligence*, 30, 41-70
- Revez, J.M., Mamede, P., Lopes, V.M. & Bahia, S. (2004). Os mistérios da Disciplina de Geometria Descritiva desvendados por alunos com um desempenho excelente. *Sobredotação*, 6, 139-154.
- Robinson, A. (2003). Cooperative learning and high ability students. In N. Colangelo & G. Davis (Eds.), *Handbook of gifted education* (3rd ed., pp. 282–292). Boston: Allyn & Bacon.
- Slavin, R.E. (1990), Ability Grouping, Cooperative Learning and the Gifted. Point-Counterpoint-Cooperative Learning. *Journal for the Education of the Gifted*, 14 (3). 3-8.
- Torrance, E. P. (1988). The nature of creativity as manifest in its testing. In R. J. Sternberg (Ed.), *The nature of creativity: contemporary psychological perspectives* (pp. 43-75). NY: Cambridge University Press.
- Wigfield, A., Tonks, S., & Klauda, S. L. (2009). Expectancy-value theory. In K. R. Wentzel & A. Wigfield (Eds.), *Handbook of motivation at school* (pp. 55-75). New York: Routledge.